

Best Available Copy

PCT/JP 2004/011174

05. 8. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 8 8 8 1 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 8 8 8 1 1]

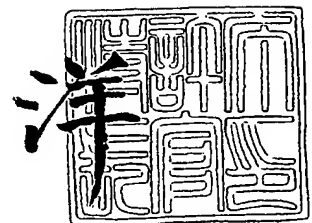
出 願 人 株式会社ブリヂストン
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 3 6 4 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 P244011
【提出日】 平成15年 8月 7日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 G09F 9/37
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都国分寺市戸倉 4 - 5 - 1 6
 【氏名】 櫻井 良
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都西東京市東町 6 - 1 - 6 - 2 0 1
 【氏名】 平岡 英敏
【特許出願人】
 【識別番号】 000005278
 【氏名又は名称】 株式会社 プリヂストン
【代理人】
 【識別番号】 100072051
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 杉村 興作
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 074997
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9712186

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

少なくとも一方が透明である 2 枚の対向する基板間に、隔壁により互いに隔離されたセルを形成し、セル内に粒子群あるいは粉流体を封入し、粒子群あるいは粉流体に電界を与え、粒子あるいは粉流体を移動させて画像を表示する画像表示用パネルを備える画像表示装置において、前記隔壁をフォトリソ法で作製するとともに、前記隔壁の形状を、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きいテーパ形状としたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記フォトリソ法による隔壁の作製を、前面基板上に熱硬化性樹脂を含む感光性材料を塗布し、フォトマスクを用いて隔壁に相当する部位にのみ露光し、感光性材料を硬化させ、現像して非硬化部分を取り除くことにより行い、前面基板上に、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きい逆テーパ形状の隔壁を形成した請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

逆テーパ形状の隔壁をフォトリソ法により作製するにあたり、フォトマスクと感光性材料との間にギャップを設けるプロキシミティ露光により、光を故意に拡散させ、逆テーパ形状を付与する請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

逆テーパ形状の隔壁をフォトリソ法により作製するにあたり、露光を低露光量で実施することにより、表層のみの硬化剤を反応させ、逆テーパ形状を付与する請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

背面基板側の端部幅 w_2 と前面基板側の端部幅 w_1 との比 w_1/w_2 が 0.5 以下である請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

粒子あるいは粉流体の色が白色及び黒色である請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

対向する基板間に位置する隔壁が、片リブ構造である請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 8】

隔壁材料が無機粉体を含み、かつ、無機粉体の下記式で表される粒子径分布 Span が 8 以下である請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の 50% がこれより大きく、50% がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が 10% である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が 90% である粒子径を μm で表した数値を示す。)

【請求項 9】

無機粉体の平均粒子径 $d(0.5)$ が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ である請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 10】

対向する基板間の空隙が、 25°C における相対湿度が 60% RH 以下の気体で満たされている請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】画像表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電気を利用した粒子あるいは粉流体の移動に伴い繰り返し画像表示、画像消去できる画像表示用パネルを備える画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式等の技術を用いた画像表示装置が提案されている。

【0003】

これら従来技術は、LCDと比較すると、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリー機能を有している等のメリットがあることから、次世代の安価な画像表示装置に使用可能な技術として考えられており、携帯端末用画像表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。特に最近では、分散粒子と着色溶液から成る分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置して成る電気泳動方式が提案され、期待が寄せられている。

【0004】

しかしながら、電気泳動方式では、液中を粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅くなるという問題がある。さらに、低比重の溶液中に酸化チタン等の高比重の粒子を分散させているため沈降しやすくなっており、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。また、マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにして、見かけ上、上述した欠点が現れにくくしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない。

【0005】

一方、溶液中での挙動を利用する電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層とを基板の一部に組み入れる方式も提案され始めている（例えば、非特許文献1参照）。しかし、電荷輸送層、さらには電荷発生層を配置するために構造が複雑化するとともに、導電性粒子に電荷を一定に注入することは難しいため、安定性に欠けるという問題もある。

【非特許文献1】趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス（I）”、1999年7月21日、日本画像学会年次大会（通算83回）“Japan Hardcopy'99” 論文集、p.249-252

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した種々の問題を解決するための一方法として、前面基板及び背面基板の間に、隔壁により互いに隔離されたセルを形成し、セル内に粒子群あるいは粉流体を封入し、粒子群あるいは粉流体に電界を与え、クーロン力等により粒子あるいは粉流体を移動させて画像を表示する画像表示用パネルを備える画像表示装置が知られている。

【0007】

上述した構成の画像表示装置は、乾式で応答速度が速く、単純な構造を有しているため将来有望ではあるが、さらに、製造が簡単で基板と隔壁との接着の信頼性を高めるとともに、表示面積を大きくし高開口率を達成したいという要望が近年高くなっている。

【0008】

本発明の目的は上述した課題を解消して、乾式で応答が速く、単純な構造で、安価かつ、安定性に優れる画像表示装置において、さらに、高開口率を付与できるとともに、基板と隔壁との接着の高信頼性を付与することのできる画像表示装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板間に、隔壁により互いに隔離されたセルを形成し、セル内に粒子群あるいは粉流体を封入し、粒子群あるいは粉流体に電界を与え、粒子あるいは粉流体を移動させて画像を表示する画像表示用パネルを備える画像表示装置において、隔壁をフォトリソ法で作製するとともに、隔壁の形状を、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きいテーパ形状としたことを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の画像表示装置の好適例としては、フォトリソ法による隔壁の作製を、前面基板上に熱硬化性樹脂を含む感光性材料を塗布し、フォトマスクを用いて隔壁に相当する部位にのみ露光し、感光性材料を硬化させ、現像して非硬化部分を取り除くことにより行い、前面基板上に、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きい逆テーパ形状の隔壁を形成することがある。

【0011】

さらに、本発明の画像表示装置の好適例としては、逆テーパ形状の隔壁をフォトリソ法により形成するにあたり、フォトマスクと感光性材料との間にギャップを設けるプロキシミティ露光により、光を故意に拡散し、逆テーパ形状を付与すること、または、露光を低露光量で実施することにより、表層のみの硬化剤を反応させ、逆テーパ形状を付与すること、背面基板側の端部幅 w_2 と前面基板側の端部幅 w_1 との比 w_1/w_2 が 0.5 以下であること、粒子の平均粒子径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ であること、及び、粒子あるいは粉流体の色が白色及び黒色であること、がある。

【0012】

さらにまた、本発明の画像表示装置の好適例としては、対向する基板間に位置する隔壁が、片リブ構造であること、隔壁材料が無機粉体を含み、かつ、無機粉体の下記式で表される粒子径分布 Span が 8 以下であること、 $\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$ 、（但し、 $d(0.5)$ は粒子の 50% がこれより大きく、50% がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が 10% である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が 90% である粒子径を μm で表した数値を示す。）、無機粉体の平均粒子径 $d(0.5)$ が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ であること、及び、対向する基板間の空隙が、 25°C における相対湿度が 60% RH 以下の気体で満たされていること、がある。

【発明の効果】

【0013】

本発明の画像表示装置では、前面基板上に熱硬化性樹脂を含む感光性材料を塗布し、フォトマスクを用いて隔壁に相当する部位にのみ露光し、感光性材料を硬化させ、現像して非硬化部分を取り除くことにより隔壁を形成するフォトリソ法を用いることで、簡単な方法で後述する所定の形状の隔壁を形成することができるとともに、背面基板側の端部幅を前面基板側の端部幅より大きい逆テーパ形状の隔壁を形成することで、前面基板と接する隔壁の部分を少なくでき、表示面積を大きくすることができ、さらに、背面基板と接する隔壁の部分を多くでき、基板と隔壁との接着強度を高くすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

まず、本発明の画像表示装置の基本的な構成について説明する。図 1 (a) ~ (c) はそれぞれ本発明の画像表示装置における表示用パネルの一例とその表示作動原理を示す説明図である。図 1 (a) は本発明の画像表示装置において、対向する前面基板 1（透明であることが好ましい）と背面基板 2（透明でも透明でなくても良い）との間に負帯電性粒子 5 及び正帯電性粒子を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極 3 側が低電位、対向電極 4 側に高電位となるように電圧を付加すると、図 1 (b) に示すようにクーロン力によって、正帯電性粒子 6 は表示電極 3 側に移動し、負帯電性粒子 5 は対向電極 4 側に移動する。この場合、前面基板 1 側から見る表示面は正帯電性粒子 6 の色に見える。次

に電源の電位を切り替えて、表示電極 3 側が高電位、対向電極 4 が低電位となるように電圧を付加すると、図 1 (c) に示すようにクーロン力によって、負帯電性粒子 5 は表示電極 3 に移動し、正帯電性粒子 6 は対向電極 4 の側に移動する。この場合、前面基板 1 側から見る表示面は負帯電性粒子 5 の色に見える。なお、7 は隔壁、8 は絶縁体である。

【0015】

図 1 (b) および図 1 (c) の間は電源の電位を反転させるだけで繰り返し表示することができ、このように電源の電位を反転させることで可逆的に色を変化させることができる。粒子の色は、随意に選定できる。例えば、負帯電性粒子 5 を白色とし、正帯電性粒子 6 を黒色とするか、負帯電性粒子 5 を黒色とし、正帯電性粒子 6 を白色とすると、表示は白色および黒色間の可逆表示となる。この方式では、一旦表示を行うと、各粒子は鏡像力により電極に付着した状態になるので、電圧印加を中止した後も表示画像は長期に保持されることになり、メモリー保持性が良い。なお、上述した説明では、負帯電性粒子 5 及び正帯電性粒子 6 からなる粒子群を例にとって説明したが、負帯電性粉流体及び正帯電性粉流体からなる粉流体についても全く同じである。

【0016】

本発明の画像表示装置の特徴は、隔壁 7 をフォトリソ法で作製するとともに、隔壁 7 の形状を、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きいテーパ形状とした点にある。

【0017】

まず、テーパ形状の隔壁 7 について説明する。前面基板 1 と背面基板 2 との間に設けた隔壁 7 により、各セルを形成し、その際、隔壁 7 の形状を、背面基板 2 側の端部幅 w_2 が透明電極 1 側の端部幅 w_1 より大きく構成する。図 2 (a)、(b) はそれぞれ本発明の画像表示装置で形成する隔壁 7 の形状の一例を示す縦断面図である。通常は、図 2 (a) に示すように、背面基板 2 側の端部幅 w_2 が前面基板 1 側の端部幅 w_1 より大きい断面台形形状、より好ましくは、端部幅 w_1 と端部幅 w_2 との比 w_1/w_2 を 0.5 以下となる断面台形形状とする。しかし、図 2 (b) に示すように、端部幅 w_1 がほとんど 0 で断面がほぼ三角形のものも利用することができる。この比が 0 に近くなると端部幅 w_1 も 0 に近づくこととなり、その場合は、表示面積拡大の効果をより高めることができるが、あまり極端だと前面基板 1 と隔壁 7 との接合が不十分になる場合があるため、その接合の程度を考慮して端部幅 w_1 を決める必要がある。

【0018】

このように隔壁 7 の形状を最適化することで、隔壁 7 の断面が長方形で、前面基板 1 側の隔壁 7 の端部幅 w_1 と背面基板 2 側の隔壁の端部幅 w_2 とが同じ幅の従来例の場合と比較して、前面基板 1 側の隔壁 7 の端部幅 w_1 を小さくできるため、前面基板 1 の開口率を大きくでき、表示面積を大きくすることができるとともに、背面基板 2 側の隔壁 7 の端部幅 w_2 を大きくできるため、背面基板 2 と隔壁 7 との接着面積を大きくできるため、背面基板 2 と隔壁 7 との接着強度を高くすることができる。また、粒子を、背面基板 2 上において隔壁 7 で囲まれたセルの空間内に充填するとき、前記従来例の場合と比較して、空間の開口率を大きくすることができる。

【0019】

次に、上記テーパ形状の隔壁 7 をフォトリソ法で形成する方法について説明する。図 3 (a) ~ (d) は、それぞれ本発明におけるフォトリソ法による隔壁作製の一例を説明するための図である。まず、感光性材料を作製する。次に、前面基板 1 上に作製した感光性材料 11 をレジスト膜として塗布する (図 3 (a) 参照)。この感光性材料 11 の塗布は、必要に応じて、予め透明な電極パターンを形成した前面基板 1 に対して行うこともできる。次に、積層した感光性材料 11 からなるレジスト膜上にフォトマスク 12 を設置する (図 3 (b) 参照)。フォトマスク 12 には、感光性材料 11 のうち隔壁 7 を形成すべき部位にのみ光を照射可能なように開口 13 が設けられている。次に、この状態で上方から光を照射して、隔壁 7 に相当する部位にのみ露光し、感光性材料 11 の隔壁 7 に相当する部位を硬化させる (図 3 (c) 参照)。この際、必要に応じて、所望の隔壁高さになるま

で、上記工程を繰り返す。次に、現像して、感光性材料 11 の非硬化部分を取り除くことで、隔壁 7 を作製する（図 3（d）参照）。この際、必要に応じて、隔壁 7 となる感光性材料 11 の硬化部分を焼成することもできる。

【0020】

図 4（a）～（c）は、それぞれ隔壁を形成後本発明の画像表示装置を作製する方法の一例を説明するための図である。すなわち、上述したようにして前面基板 1 上に形成した隔壁 7 間のセル 15 内に（図 4（a）参照）、所定の粒子群（ここでは互いに帯電特性の異なる白色粒子群 16W と黒色粒子群 16B）を封入し（図 4（b）参照）、背面基板 2 を隔壁 7 と接着することで（図 4（c）参照）、本発明の画像表示装置に用いる画像表示用パネルを得ることができる。本発明の画像表示装置によれば、前面基板 1 と隔壁 7 の接着部分を少なくでき、表示面の開口率を向上させることができると同時に、背面基板 2 と隔壁 7 との接着面積を大きくでき、接着面積を確保することにより信頼性を向上させることができる。

【0021】

本発明の画像表示装置では、上記フォトリソ法を用いて、背面基板側の端部幅が前面基板側の端部幅より大きいテーパ形状とした隔壁 7 を作製する必要がある。フォトリソ法を用いる際、上述した一般的なフォトリソ法をフォトマスク 12 の開口 13 の大きさを徐々に大きくして繰り返し行うことで、前面基板 1 上に逆テーパ形状の隔壁 7 を作製することも可能であるが、若干工程が多くなる。そのため、以下のようなフォトリソ法を利用することが好適である。

【0022】

図 5（a）、（b）はそれぞれ本発明の画像表示装置の隔壁作製に用いるフォトリソ法の好適例を説明するための図である。まず、図 5（a）に示す例では、逆テーパ形状の隔壁 7 をフォトリソ法により作製するにあたり、フォトマスク 12 と感光性材料 11 との間にギャップ g を設けるプロキシミティ露光により、光を故意に拡散させて、隔壁 7 に逆テーパ形状を付与している。この例では、フォトマスク 12 と感光性材料 11 との間のギャップ g を故意に広く開け、光を散乱させているため、中央部の露光量を多くすることができる。次に、図 5（b）に示す例では、逆テーパ形状の隔壁 7 をフォトリソ法により作製するにあたり、露光を低露光量で実施することにより、表層のみの硬化剤を反応させ、逆テーパ形状を付与している。この例では、表層部を中心に硬化剤すなわち光開始剤の酸またはラジカルを発生させることができる。いずれの方法でも、図 6（a）に示すように、感光性材料 11 のうち、最初に露光される前面基板 1 に遠い部分 11a での現像速度を遅くでき、一方、後に露光させる前面基板 1 に近い部分 11b での現像速度を速くできる。その結果、図 6（b）に示すように、前面基板 1 上に逆テーパ形状の隔壁 7 を簡単に形成することができる。

【0023】

隔壁用材料は、熱硬化性樹脂を含む場合もあり、その他として無機粉体、溶剤、添加剤等からなる。無機粉体とは、セラミック粉体やガラス粉体であり、1 種あるいは 2 種以上を組み合わせ使用して使用する。

セラミック粉体を例示すると、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 CuO 、 MgO 、 TiO_2 、 ZnO などの酸化物系セラミック、 SiC 、 AlN 、 Si_3O_4 などの非酸化物系セラミックが挙げられる。

ガラス粉体を例示すると、原料となる SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 ZnO を熔融、冷却、粉碎したものが挙げられる。なお、ガラス粉体のガラス転移点 T_g は、 $300 \sim 500$ °C にあることが好ましく、この範囲では焼成プロセスでの低温化が図られるので、樹脂へのダメージが少ないメリットがある。

【0024】

ここで、下記式で示される無機粉体の粒子径分布 Span を 8 以下、好ましくは 5 以下とすることが好ましい。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(但し、 $d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒子径を μm で表した数値である。)

Spanを8以下の範囲とすることにより、材料中の無機粉体のサイズが揃い、先に述べた材料を積層～硬化するプロセスを繰り返しても、精度良い隔壁形成を行うことができる。

【0025】

また、材料中の無機粉体の平均粒子径 $d(0.5)$ を、 $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、好ましくは $0.3 \sim 10 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。このような範囲にすることにより、同様に、繰り返して積層時に精度良い隔壁形成を行うことができる。

なお、上記の粒子径分布及び粒子径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粒子にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径及び粒子径分布が測定できる。

本発明における粒子径及び粒子径分布は、体積基準分布から得られたものである。具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト(Mie理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト)にて、粒子径及び粒子径分布の測定を行なうことができる。

【0026】

隔壁用材料に含まれる樹脂は、前述した無機粉体を含有でき、所定の隔壁形状を形成できればいずれでも良く、熱硬化等要求される隔壁物性を考慮し、分子量が大きく、ガラス転移点ができるだけ高い方がよい。例示すると、アクリル系、スチレン系、エポキシ系、フェノール系、ウレタン系、ポリエステル系、尿素系などが挙げられ、特に、アクリル系、エポキシ系、ウレタン系、ポリエステル系が好適である。

【0027】

隔壁用材料に添加される溶剤は、前述した無機粉体および樹脂を相溶すればいずれでも良いが、例示すると、フタル酸エステル、トルエン、キシレン、ベンゼンなどの芳香族溶剤、オキシアルコール、ヘキサノール、オクタノールなどのアルコール系溶剤、酢酸エステルなどのエステル系溶剤が挙げられ、通常、無機粉体に対して $0.1 \sim 50$ 重量部が添加される。

該隔壁用材料には、その他、必要に応じて、染料、重合禁止剤、可塑剤、増粘剤、分散剤、酸化防止剤、硬化剤、硬化促進剤、沈降防止剤を加えても良い。

【0028】

以下、本発明の画像表示装置を構成する各部材について詳細に説明する。

基板については、少なくとも一方の基板は装置外側から粒子または粉流体の色が確認できる透明な前面基板1であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。背面基板2は透明でも不透明でもかまわない。基板の可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器表示等の用途には可撓性のない材料が好適である。基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリルなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。基板の厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

【0029】

電極については、図1に示す例では電位の異なる2種類の電極である表示電極3及び対向電極4はいずれもが背面基板2の前面基板1と対向する側に具備されている。他の電極配置方法としては、図7のように表示電極3を前面基板1上に配置し、対向電極4を背面基板2に配置する方式もあるが、この場合、表示電極3として透明な電極が必要である。図1に示す例では、表示電極3と対向電極4の両者は不透明な電極で良いので、銅、アル

ミニウム等の安価で、かつ抵抗の低い金属電極が使用できる。外部電圧印加は、直流あるいはそれに交流を重ねても良い。各電極は帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。このコート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。また、電極は必要に応じて設ければ良い。

【0030】

本発明の画像表示装置では、各図に示すような隔壁7を設けるのが好ましい。隔壁を平行する2方向に設けることもできる。これにより、基板平行方向の余分な粒子移動を阻止し、耐久繰り返し性、メモリー保持性を介助すると共に、基板間の間隔を均一にかつ補強し画像表示板の強度を上げることもできる。

【0031】

次に、本発明の画像表示装置で表示のために使用される粒子群について説明する。

本発明の画像表示装置で表示のための粒子群は、負又は正帯電性の着色粒子群で、クーロン力により移動するものであればいずれでも良いが、特に、球形で比重の小さい粒子から構成される粒子群が好適である。粒子群は単一の色のものであり、白色又は黒色の粒子群が好適に用いられる。粒子群を構成する粒子の平均粒子径は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましい。粒子径がこの範囲より小さいと粒子の電荷密度が大きすぎて電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリー性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。反対に粒子径がこの範囲より大きいと、追従性は良いが、メモリー性が悪くなる。

【0032】

粒子を負又は正に帯電させる方法は、特に限定されないが、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等の粒子を帯電する方法が用いられる。粒子の帯電量は当然その測定条件に依存するが、画像表示装置における粒子の帯電量はほぼ、初期帯電量、基板との接触、種類の異なる粒子との接触、経過時間に伴う電荷減衰に依存し、特に「種類の異なる粒子との接触」、すなわち2粒子間の接触に伴う帯電挙動の飽和値が支配因子となっているということが分かっている。したがって、帯電量においてはこの2粒子間の帯電特性の差、すなわち仕事関数の差を知ることが重要であるが、これは簡易測定では難しい。

【0033】

本発明者らは鋭意検討の結果、ブローオフ法において同じキャリアを用いて、それぞれの粒子の帯電量測定を行うことにより相対的に評価できることを見出し、これを表面電荷密度によって規定することにより、画像表示装置として適当な粒子の帯電量を予測できることを見出した。

【0034】

測定方法について詳しくは後に述べるが、ブローオフ法によって、粒子とキャリアとを十分に接触させ、その飽和帯電量を測定することにより該粒子の単位重量あたりの帯電量を測定することができる。そして、該粒子の粒子径と比重を別途求めることにより該粒子の表面電荷密度を算出することができる。

【0035】

画像表示装置においては、用いる粒子の粒子径は小さく、重力の影響はほぼ無視できるほど小さいため、粒子の比重は粒子の動きに対して影響しない。しかし、粒子の帯電量においては、同じ粒子径の粒子で単位重量あたりの平均帯電量が同じであっても、粒子の比重が2倍異なる場合に保持する帯電量は2倍異なることとなる。従って、画像表示装置に用いられる粒子の帯電特性は粒子の比重に無関係な表面電荷密度(単位: $\mu\text{C}/\text{m}^2$)で評価するのが好ましいことが分かった。

【0036】

そして、粒子間においてこの表面電荷密度の差が十分にある時、2種類の粒子はお互いの接触により異なる特性の帯電量を保持し、電界により移動する機能を保持するのである。

【0037】

ここで、表面電荷密度は2粒子の帯電特性を異なるものにするためにある程度の差が必要であるが、大きいほどよいというものではない。粒子移動による画像表示装置においては粒子の粒子径が大きいときは主に電気影像力が粒子の飛翔電界(電圧)を決定する因子となる傾向が強いため、この粒子を低い電界(電圧)で動かすためには帯電量が低いほうがよいこととなる。また、粒子の粒子径が小さいときは分子間力・液架橋力等の非電氣的な力が飛翔電界(電圧)決定因子となることが多いため、この粒子を低い電界(電圧)で動かすためには帯電量が高いほうがよいこととなる。しかし、これは粒子の表面性(材料・形状)にも大きく依存するため一概に粒子径と帯電量で規定することはできない。

【0038】

本発明者らは平均粒子径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ の粒子においては、同じ種類のキャリアを用いてブローオフ法により測定した2種類の粒子の、表面電荷密度の差の絶対値が $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ である場合に画像表示装置として使用できる粒子と成り得ることを見出した。

【0039】

ブローオフ法測定原理及び方法は以下の通りである。ブローオフ法においては、両端に網を張った円筒容器中に粉体とキャリアの混合体を入れ、一端から高圧ガスを吹き込んで粉体とキャリアとを分離し、網の目開きから粉体のみをブローオフ(吹き飛ばし)する。この時、粉体が容器外に持ち去った帯電量と等量で逆の帯電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全てはファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサーは充電される。そこでコンデンサー両端の電位を測定することにより粉体の電荷量 Q は、 $Q=CV$ (C :コンデンサー容量、 V :コンデンサー両端の電圧)として求められる。

【0040】

ブローオフ粉体帯電量測定装置としては東芝ケミカル社製のTB-200を用いた。本発明ではキャリアとしてパウダーテック社製のF963-2535を用いた。これらから粒子帯電量を測定し、別途求めた粒子径及び粒子比重から粒子の表面電荷密度を算出した。

【0041】

なお、粒子径は以下に述べる方法により、また、比重は、株式会社島津製作所製比重計(商品名:マルチボリウム密度計H 1305)を用いて測定した。

【0042】

粒子径については具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト(Mie理論を用いた体積基準分布を基に、粒子径分布、粒子径を算出するソフト)を用いて測定し、粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値を平均粒子径 $d(0.5)$ (μm)とした。

【0043】

粒子は、その帯電電荷を保持する必要があるので、体積固有抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましく、特に $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましい。また、以下に述べる方法で評価した電荷減衰の遅い粒子がさらに好ましい。

【0044】

すなわち、粒子を、別途、プレス、加熱溶融、キャスト等により、厚み $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のフィルム状にする。そして、そのフィルム表面と 1mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8KV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、その表面電位の変化を測定し判定する。この場合、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300V より大きく、好ましくは 400V より大きくなるように、粒子構成材料を選択、作製することが肝要である。

【0045】

なお、上記表面電位の測定は、例えば図8に示した装置(QEA社製CRT2000)により行うことができる。この装置の場合は、前述したフィルムを表面に配置したロールのシャフト両端部をチャック21にて保持し、小型のスコロトロン放電器22と表面電位計23とを所定間隔離して併設した計測ユニットを上記フィルムの表面と 1mm の間隔を

持って対向配置し、上記フィルムを静止した状態のまま、上記計測ユニットをフィルムの一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。なお、測定環境は温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\text{RH}\%$ とする。

【0046】

粒子は、帯電性能等が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば、樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、あるいは、着色剤単独等で形成することができる。

【0047】

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、アクリルフッ素樹脂、シリコン樹脂、アクリルシリコン樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、スチレンアクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスルフォン樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられ、2種以上混合することもできる。特に、基板との付着力を制御する観点から、アクリルウレタン樹脂、アクリルシリコン樹脂、アクリルフッ素樹脂、アクリルウレタンシリコン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、フッ素樹脂、シリコン樹脂が好適である。

【0048】

荷電制御剤としては、特に制限はないが、負荷電制御剤としては例えば、サリチル酸金属錯体、含金属アゾ染料、含金属（金属イオンや金属原子を含む）の油性染料、4級アンモニウム塩系化合物、カリックスアレン化合物、含ホウ素化合物（ベンジル酸ホウ素錯体）、ニトロイミダゾール誘導体等が挙げられる。正荷電制御剤としては例えば、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、4級アンモニウム塩系化合物、ポリアミン樹脂、イミダゾール誘導体等が挙げられる。その他、超微粒子シリカ、超微粒子酸化チタン、超微粒子アルミナ等の金属酸化物、ピリジン等の含窒素環状化合物及びその誘導体や塩、各種有機顔料、フッ素、塩素、窒素等を含んだ樹脂等も荷電制御剤として用いることもできる。

【0049】

着色剤としては、以下に例示するような、有機または無機の各種、各色の顔料、染料が使用可能である。

【0050】

黒色顔料としては、カーボンブラック、酸化銅、二酸化マンガン、アニリンブラック、活性炭等がある。黄色顔料としては、黄鉛、亜鉛黄、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、ミネラルファーストイエロー、ニッケルチタンイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、ハンザイエロー10G、ベンジジンイエローG、ベンジジンイエローGR、キノリンイエローレーキ、パーマネントイエローNCG、タートラジンレーキ等がある。橙色顔料としては、赤色黄鉛、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ピラズロンオレンジ、バルカンオレンジ、インダスレンブリリアントオレンジRK、ベンジジンオレンジG、インダスレンブリリアントオレンジGK等がある。赤色顔料としては、ベンガラ、カドミウムレッド、鉛丹、硫化水銀、カドミウム、パーマネントレッド4R、リソールレッド、ピラズロンレッド、ウォッチングレッド、カルシウム塩、レーキレッドD、ブリリアントカーミン6B、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、アリザリンレーキ、ブリリアントカーミン3B等がある。

【0051】

紫色顔料としては、マンガン紫、ファーストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ等がある。青色顔料としては、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、フタロシアニンブルー、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー部分塩素化物、ファーストスカイブルー、インダスレンブルーBC等がある。緑色顔料としては、クロムグリーン、酸化クロム、ピグメントグリーンB、マラカイトグリ

ーンレーキ、ファイナルイエローグリーンG等がある。白色顔料としては、亜鉛華、酸化チタン、アンチモン白、硫化亜鉛等がある。

【0052】

体質顔料としては、バライト粉、炭酸バリウム、クレー、シリカ、ホワイトカーボン、タルク、アルミナホワイト等がある。また、塩基性、酸性、分散、直接染料等の各種染料として、ニグロシン、メチレンブルー、ローズベンガル、キノリンイエロー、ウルトラマリンブルー等がある。これらの着色剤は、単独或いは複数組み合わせる用いることができる。特に黒色着色剤としてカーボンブラックが、白色着色剤として酸化チタンが好ましい。

【0053】

粒子の製造方法については特に限定されないが、例えば、電子写真のトナーを製造する場合に準じた粉碎法および重合法が使用出来る。また、無機または有機顔料の粉体の表面に樹脂や荷電制御剤等をコートする方法も用いられる。

【0054】

対向する2枚の基板の間隔は、粒子が飛翔移動でき、コントラストを維持できれば良いが、通常10～5000 μm 、好ましくは30～500 μm に調整される。粒子充填量は、基板間の空間体積に対して、3～70%、好ましくは5～60%を占める体積になるように充填するのが良い。

【0055】

また、ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、該粒子を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。

基板間に封入する粒子を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。

該粒子を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粒子の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B/A) \times 100$$

(但し、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す)

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粒子表面にブリードが発生し、粒子との付着力に影響を及ぼし粒子の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。

なお、溶剤不溶率を測定する際の用の溶剤(良溶媒)としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂ではメチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

【0056】

次に、本発明の画像表示装置で表示のために使用される粉流体について説明する。

本発明における「粉流体」は、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。例えば、液晶は液体と固体の中間的な相と定義され、液体の特徴である流動性と固体の特徴である異方性(光学的性質)を有するものである(平凡社:大百科事典)。一方、粒子の定義は、無視できるほどの大きさであっても有限の質量をもった物体であり、重力の影響を受けるとされている(丸善:物理学事典)。ここで、粒子でも、気固流動層体、液固流動体という特殊状態があり、粒子に底板から気体を流すと、粒子には気体の速度に対応して上向きの力が作用し、この力が重力とつりあう際に、流体のように容易に流動できる状態になるものを気固流動層体と呼び、同じく、流体により流動化させた状態を液固流動体と呼ぶとされている(平凡社:大百科事典)。このように気固流動層体や液固流動体は、気体や液体の流れを利用した状態である。本発明では、このような気体の力も、液体の力も借りずに、自ら流動性を示す状態の物質を、特異的に作り出せることが判明し、これを粉流体と定義した。

【0057】

すなわち、本発明における粉流体は、液晶（液体と固体の中間相）の定義と同様に、粒子と液体の両特性を兼ね備えた中間的な状態で、先に述べた粒子の特徴である重力の影響を極めて受け難く、高流動性を示す特異な状態を示す物質である。このような物質はエアロゾル状態、すなわち気体中に固体状もしくは液体状の物質が分散質として安定に浮遊する分散系で得ることができ、本発明の画像表示装置で固体状物質を分散質とするものである。

【0058】

本発明の対象となる画像表示装置に搭載する画像表示用パネルは、少なくとも一方が透明な、対向する2枚の基板間に、気体中に固体粒子が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入するものであり、このような粉流体は、低電圧の印加でクーロン力などにより容易に安定して移動させることができる。

【0059】

粉流体とは、先に述べたように、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。この粉流体は、特にエアロゾル状態とすることができ、本発明の画像表示装置では、気体中に固体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する状態で用いられる。

【0060】

エアロゾル状態の範囲は、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましく、更に好ましくは2.5倍以上、特に好ましくは3倍以上である。上限は特に限定されないが、12倍以下であることが好ましい。

粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍より小さいと表示上の制御が難しくなり、また、12倍より大きいと粉流体を装置内に封入する際に舞い過ぎてしまうなどの取扱い上の不便が生じる。なお、最大浮遊時の見かけ体積は次のようにして測定される。すなわち、粉流体が透過して見える密閉容器に粉流体を入れ、容器自体を振動或いは落下させて、最大浮遊状態を作り、その時の見かけ体積を容器外側から測定する。具体的には、直径（内径）6cm、高さ10cmのポリプロピレン製の蓋付き容器（商品名アイボーイ：アズワン（株）製）に、未浮遊時の粉流体として1/5の体積相当の粉流体を入れ、振とう機に容器をセットし、6cmの距離を3往復/secで3時間振とうさせる。振とう停止直後の見かけ体積を最大浮遊時の見かけ体積とする。

【0061】

また、本発明の画像表示装置に搭載する画像表示用パネルは、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものが好ましい。

$$V_{10}/V_5 > 0.8$$

ここで、 V_5 は最大浮遊時から5分後の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の見かけ体積（ cm^3 ）を示す。なお、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化 V_{10}/V_5 が0.85よりも大きいものが好ましく、0.9よりも大きいものが特に好ましい。 V_{10}/V_5 が0.8以下の場合は、通常のいわゆる粒子を用いた場合と同様となり、本発明のような高速応答、耐久性の効果が確保できなくなる。

【0062】

また、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径（ $d(0.5)$ ）は、好ましくは0.1~20 μm 、更に好ましくは0.5~15 μm 、特に好ましくは0.9~8 μm である。0.1 μm より小さいと表示上の制御が難しくなり、20 μm より大きいと、表示はできるものの隠蔽率が下がり装置の薄型化が困難となる。なお、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径（ $d(0.5)$ ）は、次の粒子径分布Spanにおける $d(0.5)$ と同様である。

【0063】

粉流体を構成する粒子物質は、下記式に示される粒子径分布Spanが5未満であることが好ましく、更に好ましくは3未満である。

$$\text{粒子径分布Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

ここで、 $d(0.5)$ は粉流体を構成する粒子物質の 50% がこれより大きく、50% がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質の比率が 10% である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質が 90% である粒子径を μm で表した数値である。粉流体を構成する粒子物質の粒子径分布 Span を 5 以下とすることにより、サイズが揃い、均一な粉流体移動が可能となる。

【0064】

なお、以上の粒子径分布および粒子径は、レーザー回折/散乱法などから求めることができる。測定対象となる粉流体にレーザー光を照射すると空間的に回折/散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径および粒子径分布が測定できる。この粒子径および粒子径分布は、体積基準分布から得られる。具体的には、Mastersizer2000 (Malvern Instruments Ltd.) 測定機を用いて、窒素気流中に粉流体を投入し、付属の解析ソフト (Mie 理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、測定を行うことができる。

【0065】

粉流体の作製は、必要な樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、モノマーから重合しても、既存の粒子を樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。以下、粉流体を構成する樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

【0066】

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラル樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2 種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

【0067】

荷電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4 級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

【0068】

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

【0069】

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、マンガnfフェライトブラック、コバルトフェライトブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

【0070】

しかしながら、このような材料を工夫無く混練り、コーティングなどを施しても、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することはできない。エアロゾル状態を示す粉流体の決まった製法は定かではないが、例示すると次のようになる。

【0071】

まず、粉流体を構成する物質の表面に、平均粒子径が 20~100 nm、好ましくは 20~80 nm の無機微粒子を固着させることが適当である。更に、その無機微粒子がシリコンオイルで処理されていることが適当である。ここで、無機微粒子としては、二酸化珪素 (シリカ)、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化

鉄、酸化銅等が挙げられる。この無機微粒子を固着させる方法が重要であり、例えば、ハイブリダイザー（奈良機械製作所（株）製）やメカノフュージョン（ホソカワミクロン（株）製）などを用いて、ある限定された条件下（例えば処理時間）で、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することができる。

【0072】

ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、粉流体を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。隔壁で仕切られたセル内に封入する粉流体を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。粉流体を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粉流体の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B/A) \times 100$$

（但し、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す）

【0073】

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粉流体を構成する粒子物質表面にブリードが発生し、粉流体との付着力に影響を及ぼし粉流体の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂では、メチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

【0074】

更に、本発明においては基板間の粒子群あるいは粉流体を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25℃における相対湿度を60%RH以下、好ましくは50%RH以下、更に好ましくは35%RH以下とすることが重要である。

この空隙部分とは、図1において、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、電極3、4、粒子群（あるいは粉流体）5、6の占有部分、隔壁7、絶縁体8の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粒子群（あるいは粉流体）が接する気体部分を指すものとする。

空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、乾燥窒素、乾燥アルゴン、乾燥ヘリウム、乾燥二酸化炭素、乾燥メタンなどが好適である。この気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粒子群あるいは粉流体の充填、基板の組み立てなどを所定湿度環境下にて行い、さらに、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。

【0075】

本発明の画像表示装置においては、上記のセルを複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子あるいは粉流体の色の組み合わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種即ち、R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）のカラー板を持ちかつ各々黒色の粒子あるいは粉流体を持つセルを1組とし、それらを複数組配置して画像表示板とするのが好ましい。

【0076】

次に実施例および比較例を示して、本発明を更に具体的に説明する。但し本発明は以下の実施例により限定されるものではない。

【0077】

なお、得られた実施例及び比較例について、下記の基準に従い、評価を行った。まず、隔壁の形状として、図9に示すB1、B2、F1、F2を光学顕微鏡にて目視で測定した。背面及び前面開口率は、測定したB1、B2、F1、F2から計算により求めた。次に、フォトリソ法の条件として、露光量を露光積算計にて実測した。フォトマスクとフォトレジストフィルムとの距離であるプロキシミティは、光学顕微鏡にて目視で測定した。最

大反射率については、マクベス濃度計 D19C を用い OD 値（光学濃度）を測定し、反射率に換算したもののうち最大のもののものとした。コントラスト比は、最大／最小反射率の比で計算した。

【実施例 1】

【0078】

約 500 Å 厚みの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、高さ 250 μm の隔壁を作り、ストライプ状の片リブ構造の隔壁を形成した。

隔壁の形成は次のように行なった。まず、基板上に厚さ 150 μm のフォトレジストフィルムを貼り付け、フォトマスクを使用して以下の表 1 に示す露光条件で露光して、隔壁に対応する部分を硬化させた。その後、フォトレジストフィルムの未硬化部分を、以下の表 1 に示す現像条件で現像後、同じく表 1 に示す洗浄条件で洗浄して取り除くことにより、逆テーパ形状の隔壁を作製した。

【0079】

また、粒子群 A、粒子群 B を準備した。粒子群 A は、熱可塑性ポリエーテルエステルエラストマー：ハイトレル 6377（東レ・デュポン社製）に CB 4 phr、荷電制御剤ボントロン N07（オリエント化学製）2 phr を添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。粒子 B 群は、熱可塑性ポリエーテルエステルエラストマー：ハイトレル 6377（東レ・デュポン社製）に酸化チタン 10 phr、荷電制御剤ボントロン E89（オリエント化学製）2 phr を添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を作製した。

【0080】

前述の隔壁を形成した酸化インジウム電極付きのガラス基板と、隔壁を形成していない酸化インジウム電極付きのガラス基板の間に、前述の粒子群 A、B を入れ、ガラス基板周辺をエポキシ系接着剤にて接着すると共に、粒子群を封入し、画像表示装置を作製した。粒子群 A と粒子群 B の混合率は同重量づつとし、それら粒子群のガラス基板間への充填率は 60 容量% となるように調整した。ここで、空隙を埋める気体は、相対湿度 50 % RH の空気とした。

作製した実施例 1 に係る画像表示装置に対する評価結果を以下の表 1 に示す。

【実施例 2】

【0081】

実施例 1 において、以下の表 1 に示すように、プロキシミティを通常通り狭くするとともに露光量を低露光量に変更した以外は同様にして、画像表示装置を作製した。作製した実施例 2 に係る画像表示装置に対する評価結果を以下の表 1 に示す。

【比較例 1】

【0082】

実施例 1 において、以下の表 1 に示すように、幅の変わらない断面形状の隔壁形状とするとともに、プロキシミティを通常通り狭く変更した以外は同様にして、画像表示装置を作製した。作製した比較例 1 に係る画像表示装置に対する評価結果を以下の表 1 に示す。

【0083】

【表 1】

		実施例 1	実施例 2	比較例 1
B 1	(μm)	3 0 0	3 0 0	3 0 0
B 2	(μm)	5 0	5 0	5 0
F 1	(μm)	3 4 2	3 4 0	3 0 0
F 2	(μm)	8	1 0	5 0
背面開口率	(%)	7 3	7 3	7 3
前面開口率	(%)	9 5	9 4	7 3
作製方法				
光		平行光		
露光量	(mJ / cm^2)	4 0 0	1 0 0	4 0 0
プロキシミティ	(mm)	0. 5	0. 1	0. 1
現像液		炭酸ナトリウム 1 % 水溶液		
現像時間	(sec.)	6 0	3 0	6 0
洗浄液		純水		
洗浄時間	(sec.)	1 2 0	9 0	1 2 0
最大反射率	(%)	4 8	4 7	3 7
コントラスト比		1 2	1 2	9

【0084】

表 1 の結果から、フォトマスクとフォトレジストフィルムとの間にギャップを設けるプロキシミティ露光により、光を故意に拡散し、隔壁に逆テーパ形状を付与した実施例 1 に係る画像表示装置、及び、低露光量にすることにより、表層のみの硬化剤を反応させ、隔壁に逆テーパ形状を付与した実施例 2 に係る画像表示装置は、テーパ形状を有さない隔壁を通常のフォトリソ法で作製した比較例 1 に係る画像表示装置と比べて、高い最大反射率と高いコントラスト比を有することがわかる。また、実施例 1、実施例 2 の方が、比較例 1 と比べて、表示面が高い開口率を有することがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明の最大反射率とコントラスト比の良好な画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話等のモバイル機器の画像表示部、電子ブック、電子新聞等の電子ペーパー、看板、ポスター、黒板等の掲示板、電卓、家電製品、自動車用品等の画像表示部、電子広告、電子POP等に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図 1】 (a) ~ (c) は、それぞれ本発明の画像表示装置における表示用パネルの一例とその表示作動原理を示す説明図である。

【図 2】 (a)、(b) は、それぞれ本発明の画像表示装置で形成する隔壁 7 の形状の一例を示す縦断面図である。

【図 3】 (a) ~ (d) は、それぞれ本発明におけるフォトリソ法による隔壁作製の一例を説明するための図である。

【図 4】 (a) ~ (c) は、それぞれ隔壁を形成後本発明の画像表示装置を作製する方法の一例を説明するための図である。

【図 5】 (a)、(b) は、それぞれ本発明の画像表示装置の隔壁作製に用いるフォトリソ法の好適例を説明するための図である。

【図 6】 図 5 (a)、(b) に示す好適なフォトリソ法における作用を説明するための図である。

【図 7】 本発明の画像表示装置における表示素子の他の例として、表示電極を前面基板上に配置し、対向電極を背面基板上に配置した場合を示す説明図である。

【図 8】 本発明の画像表示装置における粒子の表面電位測定をするための測定装置の

説明図である。

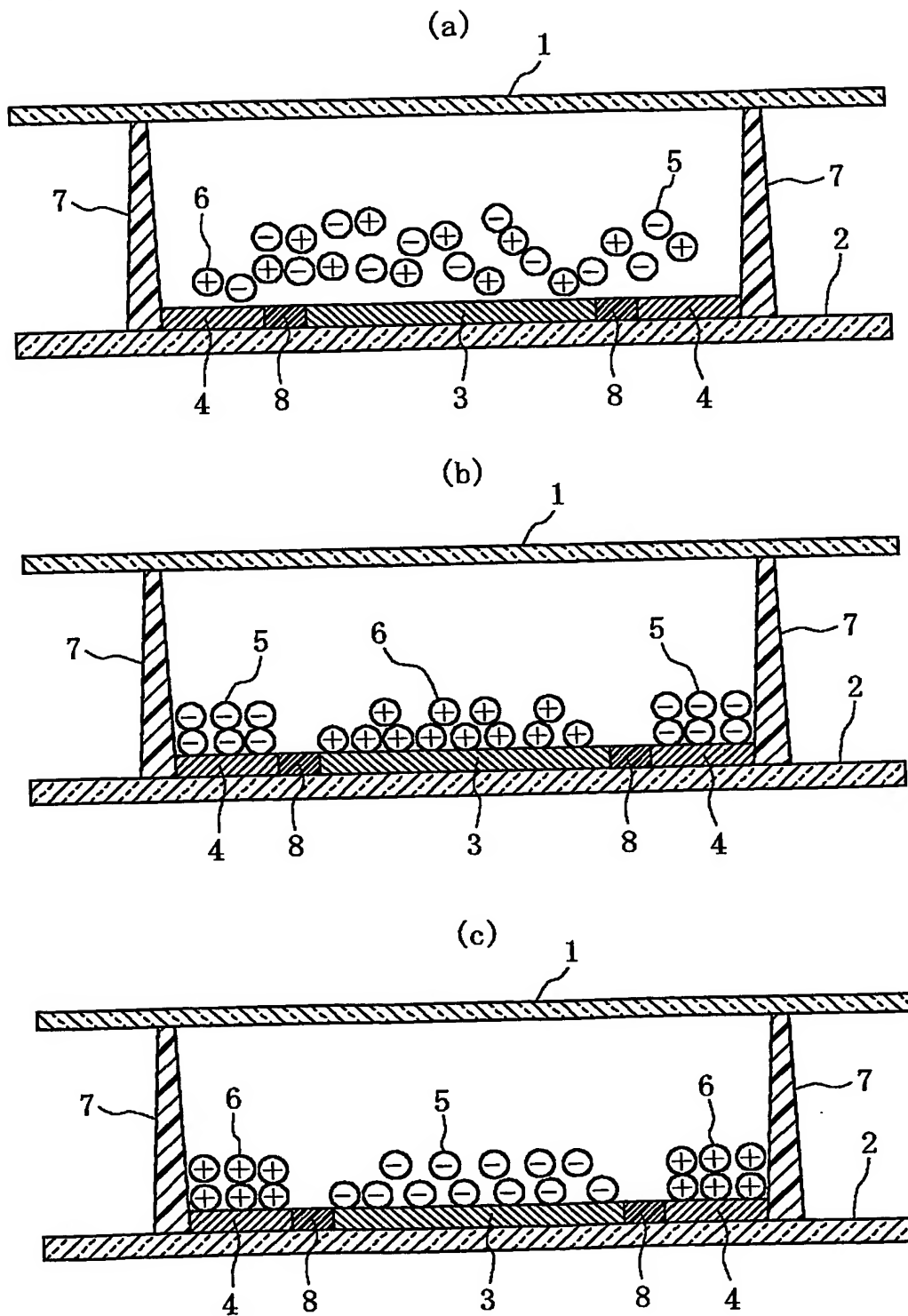
【図 9】 隔壁の形状を説明するための図である。

【符号の説明】

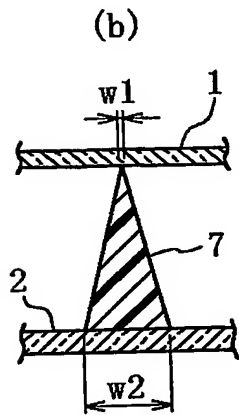
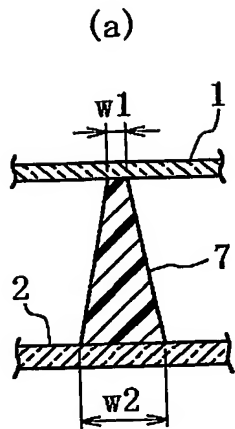
【0087】

- 1 前面基板
- 2 背面基板
- 3 表示電極
- 4 対向電極
- 5 負帯電性粒子
- 6 正帯電性粒子
- 7 隔壁
- 8 絶縁体
- 11 感光性材料
- 11a 前面基板に遠い部分
- 11b 前面基板に近い部分
- 12 フォトマスク
- 13 開口
- 15 セル
- 16W 白色粒子群
- 16B 黒色粒子群
- 21 チャック
- 22 スコトロロン放電器
- 23 表面電位計

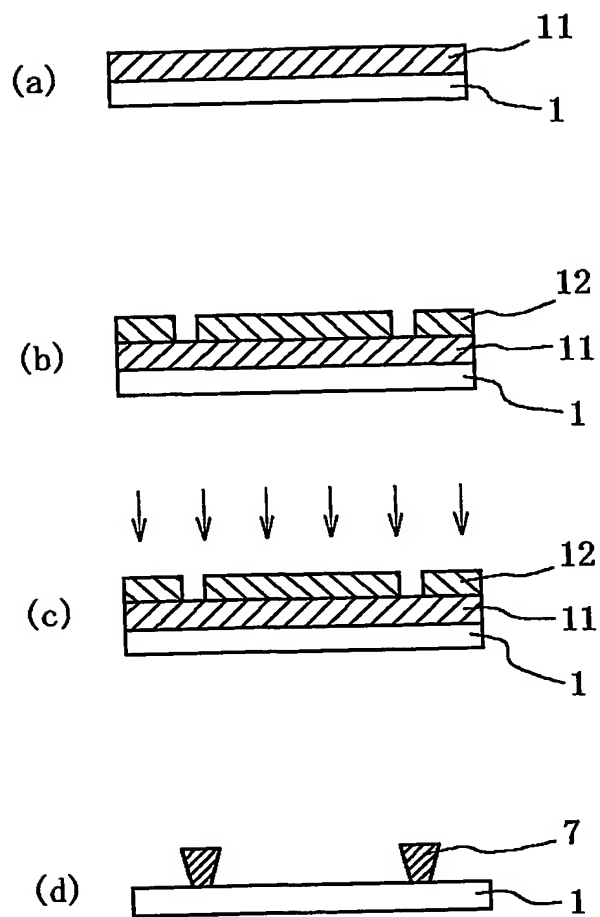
【書類名】 図面
【図 1】



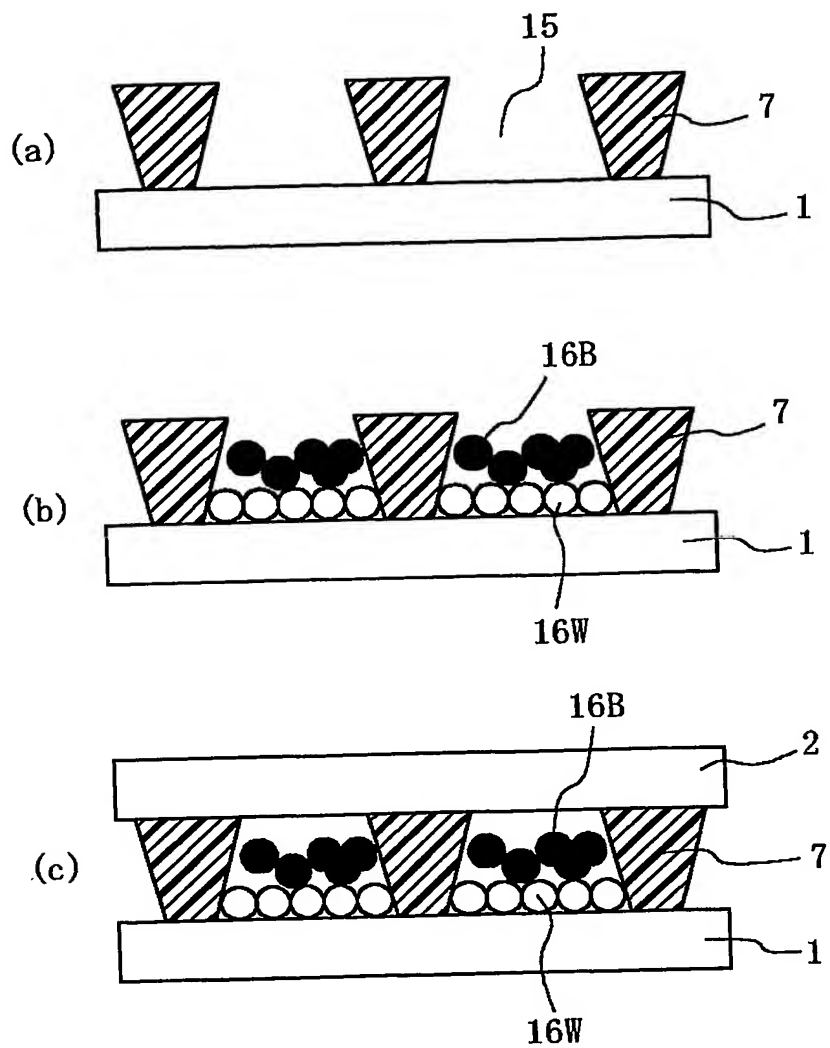
【図 2】



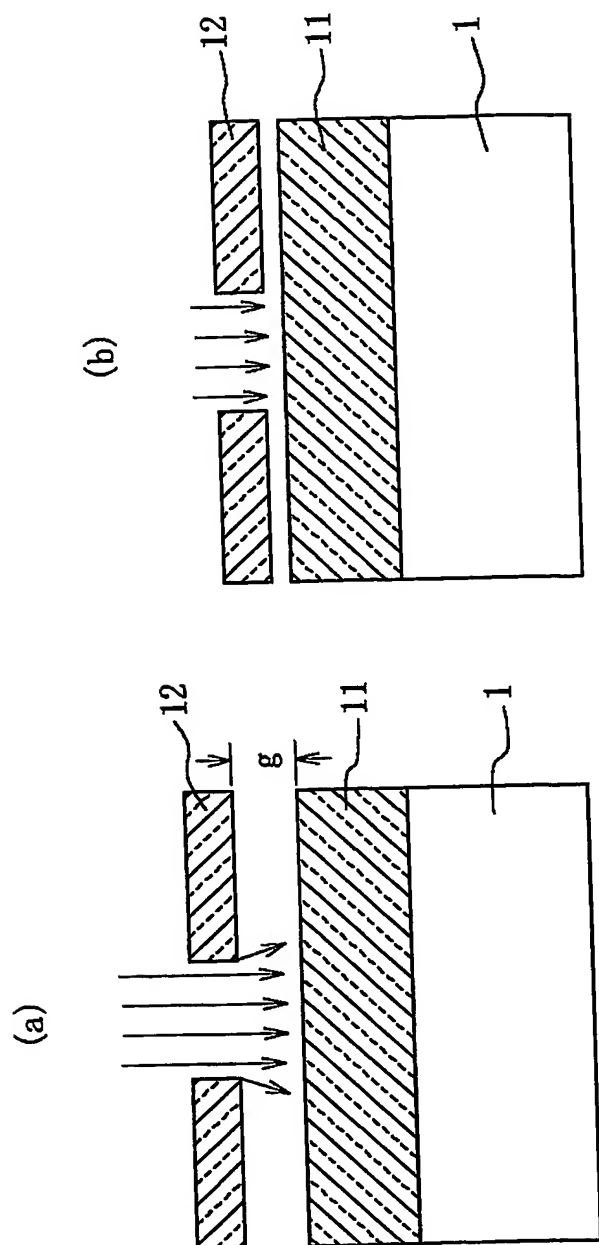
【図 3】



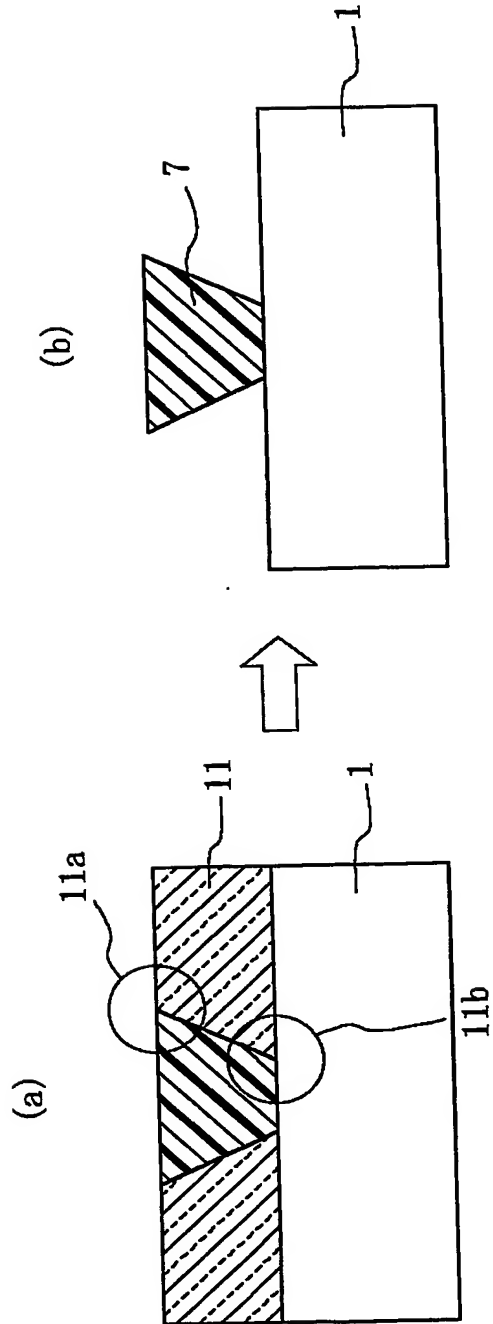
【図 4】



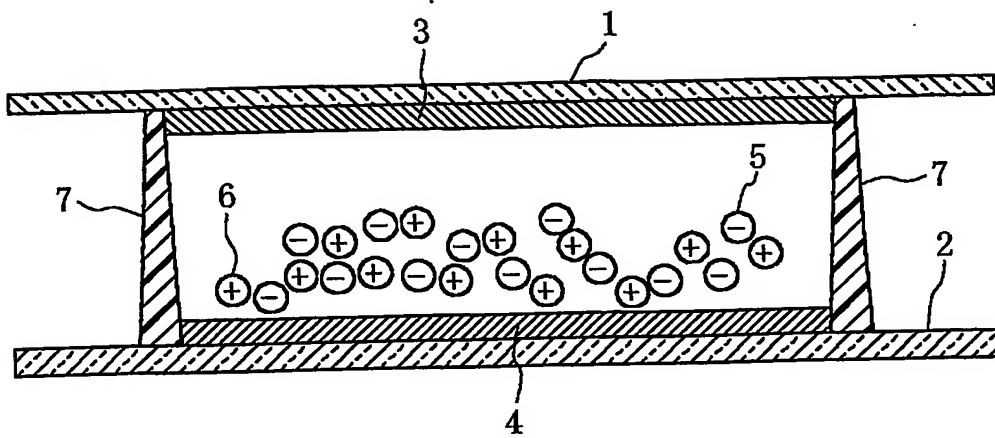
【図 5】



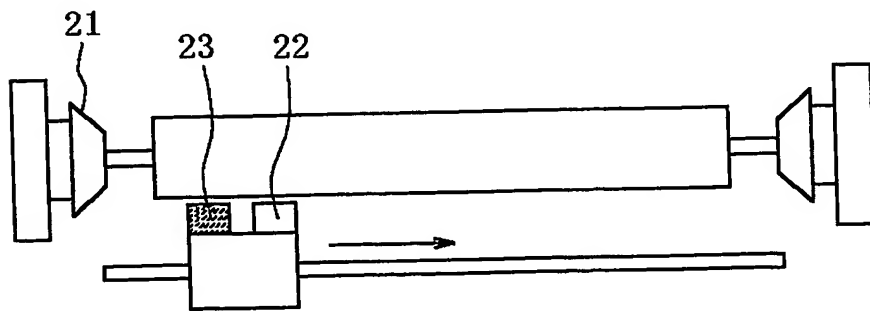
【図 6】



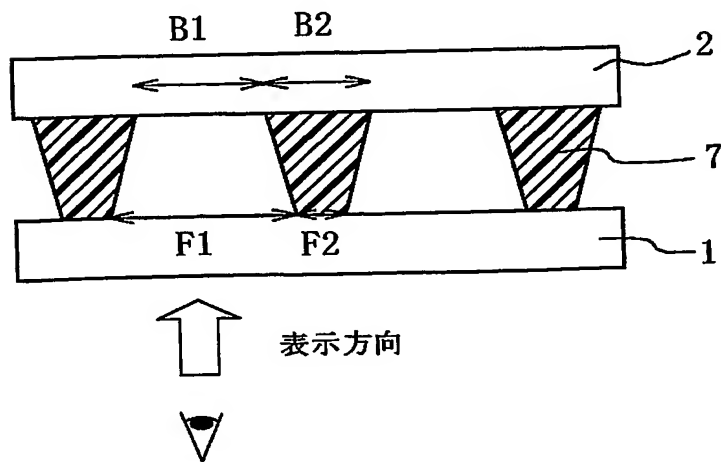
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】要約書**【要約】**

【課題】乾式で応答性能が速く、単純な構造で、安価かつ、安定性に優れる画像表示装置において、さらに、高開口率を付与できるとともに、基板と隔壁との接着の高信頼性を付与することのできる画像表示装置を提供する。

【解決手段】少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板1、2間に、隔壁7により互いに隔離されたセルを形成し、セル内に粒子群5、6あるいは粉流体を封入し、粒子群あるいは粉流体に電界を与え、粒子あるいは粉流体を移動させて画像を表示する画像表示用パネルを備える画像表示装置において、隔壁7をフォトリソ法で作製するとともに、隔壁7の形状を、背面基板2側の端部幅 w_2 が前面基板1側の端部幅 w_1 より大きいテーパ形状とする。

【選択図】図1

特願 2 0 0 3 - 2 8 8 8 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 7 8]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
新規登録
東京都中央区京橋 1 丁目 1 0 番 1 号
株式会社ブリヂストン

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.